

16.4.4 *Sirex noctilio*



Escaneie para acessar vídeo sobre o manejo

SUSETE DO ROCIO CHIARELLO PENTEADO¹, EDSON TADEU IEDE¹, WILSON REIS FILHO¹

¹Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira, km 111. CEP 83411-000. C. Postal 319. Colombo, PR. susete.penteado@embrapa.br

Sirex noctilio Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Siricidae)

Local de origem: norte da África, oeste da Ásia e Europa

Nome popular: vespa-da-madeira

Estados brasileiros onde foi registrada: MG, PR, RS, SC e SP

IDENTIFICAÇÃO E BIOLOGIA

Sirex noctilio é uma espécie originária da Ásia, Europa e norte da África, onde é considerada uma praga secundária (Morgan, 1968). É a única espécie dos siricídios europeus capaz de atacar árvores vivas, levando-as à morte (Spradbery, 1973). Foi introduzida na Nova Zelândia (1900), Austrália (1952), Uruguai (1980), Argentina (1985), Brasil (1988), África do Sul (1994), Chile (2001), Canadá e Estados Unidos (2005).

Os ovos de *S. noctilio* apresentam formato alongado, coloração branca e superfície lisa (Morgan, 1968; Neumann et al., 1987). O período de incubação pode durar de 14 a 28 dias (Morgan, 1968). Durante a postura, além dos ovos, são introduzidos, na árvore, esporos de um fungo simbiote, *Amylostereum areolatum* e uma mucossecreção (Spradbery, 1973). Esta mucossecreção provoca mudanças fisiológicas rápidas no tronco e folhas do pínus. O fungo e a mucossecreção não causam a morte da árvore quando isolados, porém sua combinação pode ser letal (Coutts, 1969).

As larvas da vespa-da-madeira são cilíndricas, de coloração esbranquiçada, com três pares de patas torácicas vestigiais e um pequeno espinho mar-

rom-avermelhado na região supra-anal (Figura 1). As mandíbulas são fortes e de coloração marrom-avermelhada (Iede et al., 1988). As galerias larvais são construídas, geralmente, no sentido longitudinal e obstruídas por uma serragem fina bem compactada (Iede et al., 1988). A larva não ingere a madeira, mas sim, extrai os nutrientes do micélio do fungo simbionte, os quais são dissolvidos pela sua saliva. A secreção salivar e os nutrientes são ingeridos e os fragmentos de madeira, regurgitados (Morgan, 1968). O número de estágios larvais pode variar conforme as condições de desenvolvimento da planta hospedeira. O mais comum é a ocorrência de seis a sete instares larvais. Porém, em toretes de pequeno diâmetro, os insetos apresentaram apenas três instares (Neumann et al., 1987). O desenvolvimento do fungo é prejudicado nessas condições e o inseto acelera seu desenvolvimento. Em locais de clima frio na Tasmânia, foram observados até doze instares (Taylor, 1981).



Figura 1. Larva de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae).

As câmaras pupais são construídas próximas à casca (Iede et al., 1988). As pupas são do tipo exarata, coloração branca, apresentando um tegumento fino e transparente (Figura 2). A duração das fases de pré-pupa e pupa é de 16 e 20 dias,

respectivamente (Carvalho, 1992). Os adultos realizam orifícios de diferentes diâmetros na casca para emergir (Iede et al., 1988). O período de emergência dos adultos ocorre entre a primavera e o verão, com picos nos meses de novembro e dezembro (Carvalho, 1992).



Figura 2. Pupa de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae) dentro de câmara pupal.

A fêmea adulta da vespa-da-madeira apresenta coloração azul escuro metálico, com as pernas e asas de coloração âmbar. Possuem uma projeção no final do abdômen, o ovipositor, o qual é protegido por uma bainha (Figura 3-A). A fêmea pode realizar perfurações simples durante a postura para depositar apenas esporos do fungo e a mucossecreção, ou múltiplas, quando também deposita os ovos (Talbot, 1964; Coutts, 1969; Neumann et al., 1987). O macho apresenta coloração azul escuro metálico, com as asas, os segmentos abdominais (do terceiro ao sétimo), a fronte e as pernas medianas, de cor laranja (Figura 3-B). Ambos os sexos apresentam um proeminente espinho (cerco), no último segmento abdominal (Neumann et al., 1987). Aproximadamente 75% da população completa o seu desenvolvimento em um ano. Entretanto, em árvores com diâmetro inferior a 15 cm, em que ocorre a redução dos instares larvais, foi observada um ciclo curto, com duração de três a quatro meses, com a emergência no outono (Carvalho, 1992; Reis Filho, 1999).



Figura 3. Fêmea (A) e macho (B) adultos de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae).

IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O primeiro registro de *S. noctilio*, no Brasil, foi em 1988, em povoamentos de *Pinus taeda* L. (Pinaceae), no município de Gramado, Rio Grande do Sul (Iede et. al., 1988). O inseto foi constatado, inicialmente, em um plantio de cinco

ha de *P. taeda* com 13 anos de idade, em espaçamento de 2x2 m (2.500 plantas/ha). Algumas árvores foram derrubadas e foi observada a presença de larvas no interior dos troncos (Iede et al., 1988). Posteriormente, adultos do inseto foram enviados para identificação, quando foi confirmada a espécie. Na mesma época foi constatada a presença da praga em plantios de *P. taeda* localizados nos municípios de Canela e São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul. Os povoamentos tinham, em média, 17 anos de idade, com espaçamento 2x2 m, e mortalidade média de 9.6%. Uma das árvores abatidas, já bastante seca, apresentava galerias vazias de *S. noctilio*, evidenciando que o povoamento havia sido atacado em anos anteriores (Iede et al., 1988).

Trinta e um grupos de árvores-armadilha foram instalados ao longo da fronteira dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, com o objetivo de acompanhar a dispersão da praga, após a constatação da vespa-da-madeira no país. O trabalho foi desenvolvido em parceria entre a Embrapa Florestas, o IBAMA, o Ministério da Agricultura e empresas florestais de Santa Catarina. A praga foi registrada no Estado de Santa Catarina em dezembro de 1989, no Município de Lages, em um grupo de árvores-armadilha (Iede et al., 1998). Na sequência, árvores-armadilha foram instaladas na fronteira entre Santa Catarina e Paraná, com apoio da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado do Paraná. Duas interceptações foram realizadas em grupos de árvores-armadilha entre 1993 e 1994, sem que houvesse estabelecimento da praga. Entretanto, o seu estabelecimento foi constatado em plantios de *P. taeda* no município de General Carneiro, Paraná, em julho de 1996 (Iede et al., 1998). A vespa-da-madeira foi registrada em plantios de pinus no Estado de São Paulo em 2004, nos municípios de Capão Bonito, Itapeva, Itapirapuá Paulista e Jundiaí. Em 2005, a praga foi detectada atacando *P. patula* em Camanducaia, Minas Gerais (Iede & Zanetti, 2007).

A vespa-da-madeira ataca principalmente espécies do gênero *Pinus* (Spradbery & Kirk, 1978). As seguintes espécies são citadas como hospedeiras da vespa: *Abies* sp., *Larix* sp., *Picea* sp., *Pseudotsuga* sp., *Pinus austriaca*, *P. canariensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. echinata*, *P. elliottii*, *P. halepensis*, *P. kesiya*, *P. laricio*, *P. muricata*, *P. oocarpa*, *P. palustris*, *P. patula*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. ponderosa*, *P. radiata*, *P. strobus* var. *chiapensis* e *P. taeda* (Miller & Clark, 1935; Irvine, 1962; Cameron, 1965; Zondag & Nuttall, 1977; Iede et al., 1988; Madden, 1988; Rebuffo, 1990; DURAFLORE, 1993).

O inseto é atraído para árvores estressadas. Estas árvores liberam hidrocarbonetos monoterpenos, originários da seiva do floema ou câmbio (Madden, 1977), que são os responsáveis pela atração. A relação entre a fisiologia da planta e o ataque de *S. noctilio* pode ser definida em três etapas: (a) uma fase inicial de predisposição ao ataque, que ocorre quando as árvores são danificadas ou estressadas por fatores bióticos e/ou abióticos, seguida por (b) uma fase de reforço do estresse, iniciada quando as fêmeas injetam o muco fitotóxico durante a postura e, por último, (c) a fase de desenvolvimento do fungo *A. areolatum* (Neumann et al., 1987).

Os plantios mais suscetíveis ao ataque de *S. noctilio*, geralmente, possuem mais de 12 anos e encontram-se sob estresse (Neumann et al., 1987). O crescimento de *P. taeda* apresenta um maior incremento a partir dos doze anos. Assim, se um povoamento é atacado nesta idade, e submetido a um corte raso antecipado, ele deixará de produzir cerca de 60% da madeira esperada e a madeira retirada terá um alto custo de produção (Mendes, 1992).

Os principais danos provocados pela vespa-da-madeira são: perfurações na madeira (larvas e adultos), deterioração da madeira devido à ação do fungo *A. areolatum* e a ocorrência de partes debilitadas nos locais onde são realizadas as posturas, com o escorrimento de resina, podendo ser uma porta de entrada para um fungo secundário do gênero *Lasyodiplodia* (Rawlings, 1948; Iede et al., 1988).

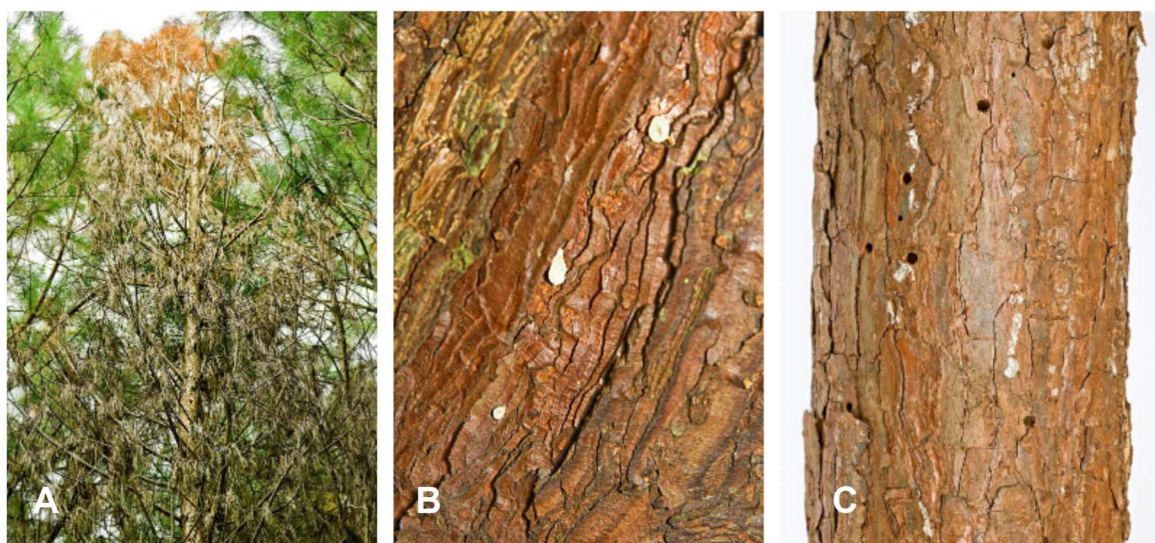


Figura 4. Sintomas de danos causados por *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae): árvore com acículas amareladas (A); respingos de resina na casca (B); e orifícios de emergência dos adultos (C).

Os sintomas externos mais visíveis da presença da praga são: progressivo amarelecimento das acículas (Figura 4-A), que posteriormente tornam-se marrom-avermelhada, secam e caem; respingos de resina na casca (Figura 4-B), em função das perfurações realizadas para a postura e orifícios de emergência de adultos (Figura 4-C) (Neumann et al., 1987; Penteado et al., 2002b; 2015).

O nível econômico dos danos para *S. noctilio* em plantios de pinus no Brasil não foi definido. Entretanto, a emergência de até 1.887 insetos de uma única árvore foi observada em estudos da distribuição da vespa-da-madeira ao longo do tronco de pinus (Penteado, 1995; Penteado et al., 2000). Além disso, em áreas atacadas pela praga em que não foram adotadas medidas de controle, os danos cresceram em progressão geométrica. A porcentagem de ataque, que era de 10% em 1988, passou a 30% em 1989 e 60% em 1990 em um plantio de pinus localizado na região do primeiro registro da praga (Penteado et al., 2015), indicando a severidade do ataque desta praga nesses plantios.

A estimativa dos danos provocados pela vespa-da-madeira em plantios de pinus no Brasil é de US\$ 53 milhões anuais, considerando custos da colheita, ou de US\$ 25 milhões anuais, quando considerada a madeira em pé (José Mauro Paz Moreira, com. pessoal).

A vespa-da-madeira é um exemplo clássico sobre o impacto que as pragas introduzidas podem representar para a economia de um país. Nos países, onde foi registrada a sua presença, foram necessários investimentos e, com a adoção de um programa de manejo integrado de pragas, tem sido possível mantê-la sob controle.

MANEJO

A constatação da vespa-da-madeira no Brasil, de início, causou um forte impacto no setor florestal brasileiro ligado ao pinus. Entretanto, a sua presença tem sido responsável por mudanças substanciais na silvicultura da espécie no país, devido à conscientização da importância do manejo florestal na prevenção dos danos ocasionados pela praga. Dessa forma, as medidas de prevenção, monitoramento e controle da vespa-da-madeira passaram a fazer parte do planejamento das empresas florestais. A implementação do Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (PNCVM) tem sido um exemplo de sucesso na parceria entre empresas privadas e o setor público, sendo que as tecnologias desenvolvidas estão sendo adotadas pela maior parte das empresas das regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Criação do Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (FUNCEMA) e do Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (PNCVM)

Após a detecção da vespa-da-madeira no Brasil, órgãos públicos e empresas privadas ligadas ao setor florestal mobilizaram-se para definir estratégias para controle da praga nos plantios de pinus do país.

Um ano após o registro da ocorrência de *S. noctilio* no Brasil, o MAPA, pela Portaria nº 031/89, de 22 de fevereiro de 1989, instituiu o “Programa Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira – PNCVM”, coordenado, a nível nacional, pelo Serviço de Defesa Sanitária Vegetal do próprio Ministério, e oficializou as Comissões Estaduais e a Comissão Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira.

O PNCVM contemplou atividades de pesquisa, visando à geração e adaptação de tecnologias de controle. O controle biológico, pela introdução, criação massal e liberação do nematoide *Deladenus siricidicola* (Nematoda: Neotylenchidae) foi priorizado na fase inicial. O monitoramento para a detecção precoce e o controle da dispersão da praga com uso de árvores-armadilha e da amostragem sequencial também foram contemplados. Medidas de prevenção foram enfatizadas, especialmente quanto ao manejo das áreas, visando melhorar as condições fitossanitárias para minimizar o ataque da vespa. Medidas quarentenárias também foram adotadas, visando ao controle e ao retardamento da dispersão da praga. Uma das atividades de maior destaque do PNCVM foi a transferência de tecnologia, com um amplo programa de capacitação do pessoal envolvido nas ações de controle da praga (Iede et al., 1998).

Em 1989, as Associações de Empresas Florestais dos Estados do Rio Grande do Sul (AGEFLOR), Santa Catarina (ACR) e Paraná (APRE), com o apoio do MAPA, IBAMA, Secretarias de Agricultura do PR, SC e RS e EMBRAPA assinaram o Protocolo de Intenções para a criação do Fundo Nacional de Controle à Vespa-da-Madeira (FUNCEMA). O FUNCEMA foi constituído para complementar financeiramente o PNCVM e defender os interesses da silvicultura nacional. Em 2011, passou a se chamar Fundo Nacional de Controle de Pragas Florestais.

Monitoramento

O monitoramento da dispersão e a definição da área atacada são essenciais em um programa de manejo integrado da vespa-da-madeira (Penteado et al., 2002a).

A utilização de árvores-armadilha, que são estressadas com a aplicação de um herbicida, é uma técnica eficiente, que permite detectar a presença da praga em níveis populacionais baixos e definir pontos de liberação dos inimigos naturais (Minko, 1981; Bedding, 1989; Iede et al., 1989, Penteado et al., 2002b; Penteado et al., 2015).

As árvores-armadilha são instaladas entre agosto e setembro, cerca de dois meses antes do pico populacional dos adultos da vespa-da-madeira. Grupos de cinco árvores (Figura 5), os quais deverão ser revisados entre os meses de março e agosto do ano seguinte à instalação, são utilizados para verificar a presença do inseto. Caso ele esteja presente, recomenda-se utilizar as medidas de controle biológico imediatamente. Esta técnica é indicada principalmente para a detecção precoce, ou seja, antes da praga provocar um nível de mortalidade de árvores superior a 0,1%, que corresponde de uma a duas árvores atacadas por hectare, em um povoamento não desbastado (Haugen et al., 1990). Quando a mortalidade for maior, é recomendada a utilização de outras metodologias para monitoramento, como a amostragem sequencial (Penteado et al., 1993; 2002b; 2015), ou a amostragem sistemática (Metodologias..., 2016; Penteado et al., 2017).



Figura 5. Seleção de árvores armadilhas no campo.

A aplicação do método da amostragem sequencial está baseada na indicação do número de árvores a serem amostradas, em função da porcentagem de ataque da área que está sendo avaliada (Tabela 1).

FICHA DE AMOSTRAGEM SEQUENCIAL DA VESPA-DA-MADEIRA		
Região:	Fazenda:	Projeto:
Talhão:	Área:	Data:
Espécie Planta:	Idade:	Monitor:
Número de árvores amostradas	Número de árvores amostradas	
	Atacadas da amostra	Mínimo para interromper a amostragem
68		34
74		36
80		37
87		38
94		39
102		41
111		42
121		44
132		45
145		46
159		48
175		49
194		50
215		52
241		53
272		54
272		*
% Árvores atacadas:	Ação:	

* a partir deste ponto utilizar, para o cálculo da porcentagem de ataque, o número de árvores atacadas encontradas na amostra.

Para a utilização da tabela de amostragem sequencial, é recomendado iniciar amostrando um mínimo de 68 árvores, anotar na segunda coluna da tabela, o número de árvores atacadas da amostra e comparar com o número mínimo de árvores atacadas, apresentado na terceira coluna da tabela, neste caso 34. Se o número de árvores atacadas da amostra for igual ou superior a 34, a amostragem está finalizada e se o número for inferior a 34, deve-se amostrar mais seis árvores, totalizando 74 árvores amostradas. Se o número de árvores atacadas for 36 ou mais, a amostragem está finalizada e se o número for inferior a 36, continuar até que seja obtido o número de árvores atacadas requerido na terceira coluna da tabela. Quando forem amostradas 272 árvores, a amostragem deve ser finalizada

ano anterior e, da mesma forma, intercalar nove linhas e avaliar mais três linhas, e continuar assim até o final do talhão (Figura 7-C). Dessa forma, em quatro anos, todo o talhão é amostrado (Metodologias..., 2016; Penteado et al., 2017).

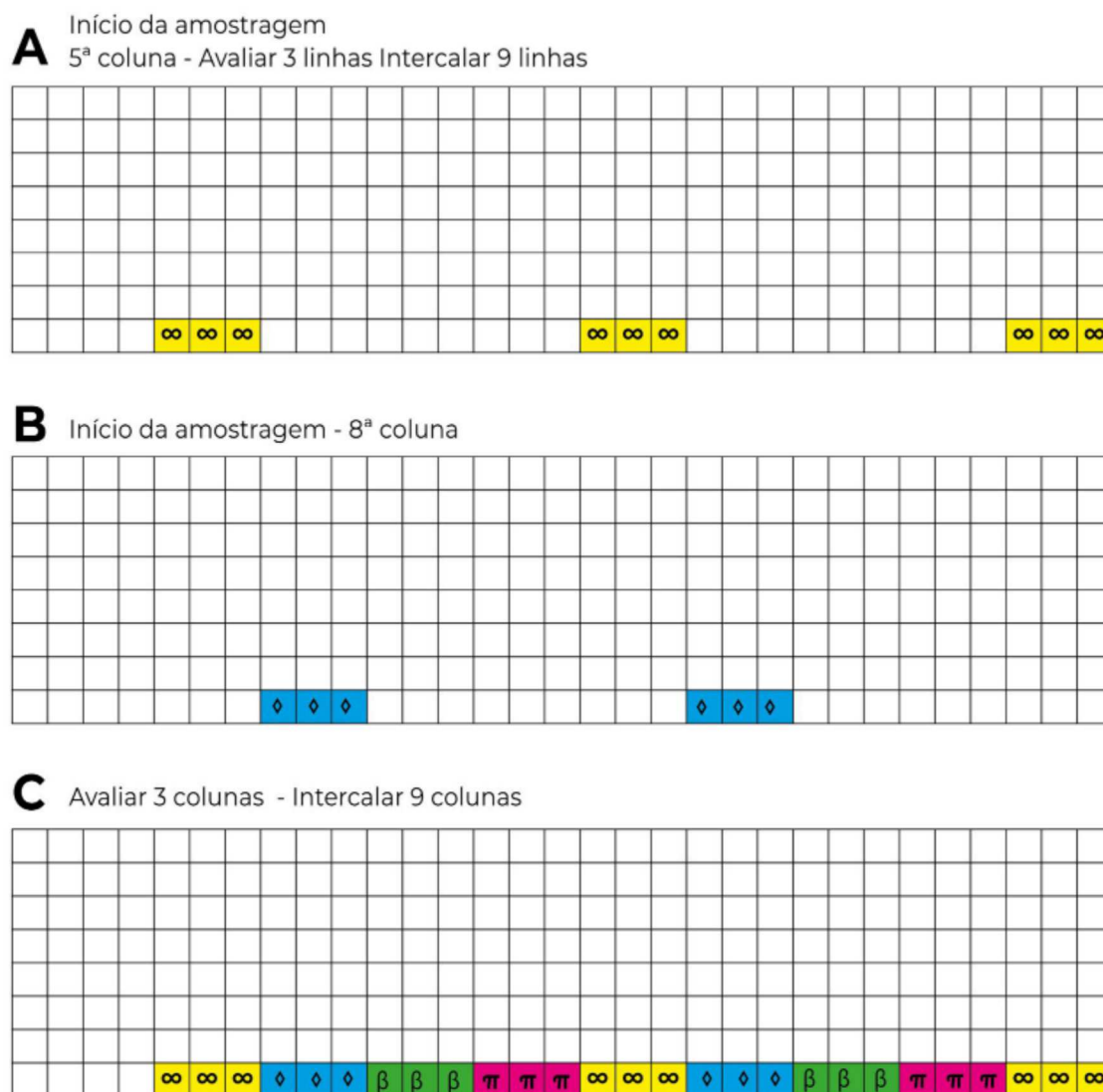


Figura 7. Esquema de condução da amostragem sistemática no primeiro ano (A), no segundo ano (B) e terceiro ano (C) de avaliação do talhão, para determinação da porcentagem de ataque da vespa-da-madeira em plantio de pinus.

Legenda:

amarelo - ∞ – início e condução da amostragem no 1º ano

azul - \diamond - início e condução da amostragem no 2º ano

verde - β - início e condução da amostragem no 3º ano

magenta - π - início e condução da amostragem no 4º ano

A recomendação é realizar uma amostragem por talhão (até 50 ha). As áreas prioritárias para a realização das amostragens são aquelas com plantios em idade superior a sete anos, plantios sem desbaste ou com desbastes atrasados e plantios sem previsão de desbaste ou corte raso no ano corrente. Para a realização das amostragens, é necessário que os sintomas de ataque (Figuras 4) estejam visíveis, o que ocorre, geralmente, a partir do mês de fevereiro (Penteado et al., 2017).

O planejamento das atividades de monitoramento deverá levar em consideração também o período correto de inoculação de nematoides, que ocorre do mês de março até a primeira quinzena de agosto (Penteado et al., 2017).

A comparação da eficiência dos dois métodos de amostragens na determinação da porcentagem de ataque e de controle da vespa-da-madeira indicou que a amostragem sequencial é mais recomendada quando o objetivo for apenas monitorar a presença e os níveis de ataque da praga. Entretanto, a amostragem sistemática é mais eficaz e os custos também são menores, quando o objetivo é a realização do controle simultâneo ao monitoramento (Penteado et al. 2017).

Controle legislativo

No Estado do Paraná, a Portaria 280, de 15/12/16, da Agência de Defesa Agropecuária do Paraná (ADAPAR), trata sobre as exigências para a utilização dos métodos de monitoramento e controle da vespa-da-madeira em plantios de pinus, destacando:

“Art. 1º: Determinar aos proprietários ou possuidores a qualquer título de cultivos das espécies do gênero *Pinus*, com idade a partir dos 7 (sete) anos, em áreas com 5 (cinco) ou mais hectares contínuos, a adoção de uma das seguintes metodologias de detecção e monitoramento da presença da praga vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*):

I - a instalação anual de um grupamento de árvores-armadilha a cada 25 ha, no período compreendido entre os meses de agosto e setembro e a sua inspeção entre março a agosto do ano subsequente, conforme metodologia recomendada pela Embrapa Florestas; ou

II – a realização anual de uma amostragem sequencial a cada 50 ha, no período compreendido entre os meses de março a agosto, conforme metodologia recomendada pela Embrapa Florestas; ou

III - a realização anual de uma amostragem sistemática, a cada 50 ha, no

período compreendido entre março a agosto, conforme metodologia recomendada pela Embrapa Florestas”.

Assim, todo o proprietário de plantio de pinus com área superior a 5 ha contínuos é obrigado a cadastrar a sua área e realizar as atividades que constam nessa Portaria.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento publicou uma instrução normativa (Nº 39, de 17 de novembro de 2016 - Art. 1º), excluindo *Sirex noctilio* da Lista de Pragas Quarentenárias Presentes (A2) por essa estar presente em praticamente todos os plantios de pinus do Brasil.

Entretanto, este fato não altera a necessidade da realização das atividades de monitoramento e controle da praga, uma vez que o pinus é considerado uma cultura de interesse econômico e a não adoção destas atividades podem colocar esse patrimônio florestal em risco. Há a exigência da comprovação de execução das atividades de monitoramento e controle para a exportação de madeira e produtos de pinus para países que exigem a emissão de certificado fitossanitário.

Controle mecânico

O controle mecânico, pela remoção das árvores atacadas pela vespa-da-madeira, só é recomendado quando a presença da praga for constatada fora do período de aplicação do nematoide (março a agosto).

O proprietário de plantio de pinus atacado pela vespa-da-madeira deverá remover todas as árvores atacadas e fazer a imediata destruição do material resultante, quando este não foi inoculado com o nematoide, podendo destiná-lo à produção de energia ou processamento industrial. Esta recomendação faz parte da portaria nº 280/2016, da ADAPAR.

Controle silvicultural

Sirex noctilio é uma praga secundária oportunista, sendo atraída por plantios que se encontram estressados. Assim, a melhor forma de evitar as perdas ocasionadas por esta praga, é a prevenção, que pode ser obtida pelo manejo florestal, práticas silviculturais e monitoramento da praga. Assim, a adoção de práticas silviculturais, incluindo o desbaste seletivo, a remoção das árvores doentes, danificadas e bifurcadas, são medidas importantes na prevenção do ataque (Neumann et al., 1987). As árvores que escapam do ataque da praga são as que

não sofreram danos físicos e cresceram em condições adequadas.

Um regime silvicultural para plantios de *P. radiata* foi desenvolvido na Nova Zelândia, onde se recomenda a realização de desbastes ralos e frequentes para manter o vigor das plantas e reduzir a competição (Ure, 1949). Os princípios básicos deste regime de desbaste deram origem às práticas silviculturais utilizadas posteriormente (Sutton, 1984).

As práticas silviculturais recomendadas para controle da vespa são: (a) realizar os desbastes nas épocas adequadas para evitar o surgimento de um grande número de plantas estressadas; (b) realizar desbastes seletivos, retirando-se árvores bifurcadas, doentes, danificadas e mortas, as quais são atrativas à praga; (c) intensificar o manejo em sítios ruins, com solos rasos e pedregosos; (d) retirar restos de poda e desbaste, principalmente, aqueles com diâmetro superior a cinco cm, pois estes apresentam condições para o desenvolvimento da praga; (e) evitar realizar operações de poda e desbaste dois meses antes e durante o período de revoada dos adultos (geralmente entre a segunda quinzena de outubro e a primeira quinzena de janeiro) ou então realizá-las em áreas com menor risco de ataque; (f) utilizar medidas de prevenção, detecção e controle de incêndios florestais; (g) treinar empregados rurais, de serrarias e de transporte de madeira para identificação da praga; (h) instalar grupos de árvores-armadilha próximos de regiões com a presença da praga (Penteado et al., 2015).

O controle da vespa-da-madeira, pela utilização de métodos silviculturais tem sido amplamente recomendado, uma vez que, em áreas bem manejadas, raramente a praga causa perdas econômicas.

Resistência

As árvores capazes de resistir ao ataque de *S. noctilio* são aquelas que não sofreram nenhum tipo de dano físico e que cresceram em condições adequadas e sem estresse (Neumann et al., 1987). Durante a inserção do ovipositor na madeira, a fêmea de *S. noctilio* tem a capacidade de definir se a árvore é adequada ao desenvolvimento de suas larvas, baseado na pressão osmótica do floema, não ovipositando em árvores com alta pressão (Madden, 1974; Coutts & Dolezal, 1969). Nestes casos, ela inocula o fungo simbiote, *A. areolatum*, e deposita a mucossecção, os quais terão a função de interferir na circulação da seiva, enfraquecendo-a, tornando-a adequada a outras fêmeas, que irão depositar ovos (Coutts, 1969; Madden, 1974; Coutts & Dolezal, 1969).

As árvores mais adequadas à sobrevivência de *S. noctilio* apresentam uma rápida perda de umidade, logo após o ataque (Morgan, 1968). A combinação de teores de umidade intermediários e altos níveis de lipídeos na madeira favorecem o estabelecimento e crescimento do fungo *A. areolatum*. Um efeito inibidor da resina sobre *A. areolatum* também foi observado, sendo que a presença de α e β pineno podem paralisar o crescimento do microrganismo (Kile & Turnbull, 1974).

Os mecanismos de resistência de *Pinus* spp. a *S. noctilio* envolvem um rápido e extensivo fluxo de resina nos locais lesionados pelo inseto (Coutts & Dolezal, 1966); isolamento dos locais atacados, por barreiras de polifenóis antifúngicas (Coutts & Dolezal, 1966; Hillis & Inoue, 1968); queda precoce das acículas, as quais carregam uma grande quantidade de muco fitotóxico e crescimento de novos tecidos funcionais do floema, câmbio e xilema, ao redor das lesões (Neumann et al., 1987).

Foi constatado que *S. noctilio* ataca e se desenvolve em diferentes espécies de pinus, e embora algumas destas espécies possam ser menos preferidas pelo inseto, nenhuma delas parece ser resistente à praga (Ryan & Hurley, 2012).

Controle biológico

Uso do nematoide *Deladenus siricidicola*

O controle biológico de *S. noctilio* é uma das formas mais eficientes para a redução da população desta praga. O nematoide, *Deladenus siricidicola*, principal agente de controle, foi descoberto em 1962 na Nova Zelândia (Zondag, 1969). Este nematoide age por esterilização das fêmeas da vespa-da-madeira.

Deladenus siricidicola possui dois ciclos de vida, sendo um de vida livre ou micetófago e outro de vida parasitária (Bedding, 1967; 1972). O ciclo de vida livre inicia quando, durante a postura, as fêmeas de *S. noctilio* parasitadas pelo nematoide, colocam seus ovos contendo nematoides juvenis nas árvores de pinus, juntamente com esporos do fungo *A. areolatum*. Os nematoides juvenis eclodem dos ovos do hospedeiro poucas horas após a postura, alimentam-se do fungo *A. areolatum* e se tornam nematoides adultos de vida livre, colocando ovos na madeira. Os nematoides juvenis desenvolvem-se apenas na forma de vida livre em áreas relativamente assépticas, onde o fungo é esparso. No entanto, nos arredores das larvas de *S. noctilio*, os nematoides juvenis podem se desen-

volver como adultos de vida parasitária, em função da ocorrência de altas concentrações de CO₂ e baixo pH. Apenas as fêmeas infectivas, adultas e acasaladas penetram nas larvas de *S. noctilio*, deixando uma cicatriz na cutícula (Bedding, 1972).

Quando o hospedeiro inicia o processo para se transformar em pupa, ocorre a produção de milhares de ovos, os quais são fecundados e eclodem dentro da fêmea do nematoide (Bedding & Akhurst, 1974). Logo após, as formas juvenis saem do corpo do nematoide, localizando-se na hemocele da pupa hospedeira. Posteriormente, migram para os órgãos reprodutores do hospedeiro e, no caso das fêmeas, penetram em todos os ovos, suprimindo o desenvolvimento dos ovários, tornando-as estéreis. Cada ovo pode conter de 50 a 200 nematoides. Nos hospedeiros machos, os testículos tornam-se uma sólida massa de milhares de nematoides juvenis (Bedding, 1972). No entanto, os machos permanecem férteis, pois, no início da pupação, a maioria dos espermatozoides passam para as vesículas seminais, onde os nematoides não conseguem penetrar, e assim, são normalmente transferidos durante a cópula (Bedding, 1972). A ocorrência da forma de vida livre é que permite a multiplicação do nematoide em laboratório e sua aplicação em campo.

A produção de nematoides no Brasil é realizada pela Embrapa Florestas, em Colombo, Paraná, a qual distribui doses aos proprietários de plantios de pinus com a presença da vespa-da-madeira. Cada dose de nematoide, com 20 mL, contém aproximadamente um milhão de indivíduos, sendo suficiente para tratar, em média, dez árvores. Estas doses devem ser aplicadas em, no máximo, dez dias após a sua obtenção e, neste período, devem ser mantidas a uma temperatura entre 5° C e 8° C. O período de inoculação é entre os meses de março e agosto, época da maior ocorrência de larvas no interior da árvore (Iede et al., 1989; Penteado et al., 2002b; 2015). A dose deve ser misturada a um espessante para a inoculação nas árvores atacadas, o qual tem a finalidade de manter os nematoides hidratados até que estes penetrem na árvore. Esta preparação pode ser feita de duas maneiras: utilizando gelatina, na concentração de 10%, ou o hidrogel, a 1%. A utilização do hidrogel reduz os custos da atividade e simplifica o método (Penteado et al., 2014).

Como regra geral, é indicada a inoculação de 20% das árvores atacadas, as quais são selecionadas com base nas seguintes características: copa amarelada, respingos de resina no tronco e ausência de orifícios de emergência de adultos. As árvores são derrubadas, desganhadas e, com o auxílio de um martelo especial

(Figura 8-A), são realizadas perfurações, ao longo do tronco do pínus. O inóculo é transferido para um frasco aplicador e introduzido nos orifícios (Figura 8-B).

Até 70% das fêmeas de *Sirex* que emergem de árvores inoculadas com o nematoide, podem se encontrar parasitadas (Bedding & Akhurst, 1974). *Deladenus siricidicola* é dependente de densidade, podendo atingir níveis de parasitismo próximos a 100% (Bedding, 1972). Níveis de parasitismo próximos a 90% foram registrados nas florestas da Ilha do Norte da Nova Zelândia (Zondag, 1979), enquanto aplicações realizadas entre 1987 e 1989, na Austrália, resultaram em menos de 25% de insetos parasitados (Bedding, 1972). A perda de infectividade da linhagem de *D. siricidicola* teria sido a causa do baixo parasitismo e teria decorrido das contínuas subculturas em laboratório na forma de vida livre, sem a passagem pela forma parasitária, resultando em uma linhagem que, raramente, dava origem à forma de vida parasitária, mesmo encontrando as condições ideais na madeira (Haugen & Underdown, 1993). No Brasil, toretes de pínus atacados são coletados anualmente para obtenção de adultos da vespa-da-madeira, visando ao isolamento do nematoide e do fungo, para introdução na criação massal, com o objetivo de manter a eficiência deste inimigo natural.



Figura 8. Martelo especial (A) e frasco aplicador (B) usados na aplicação do nematoide *Deladenus siricidicola* para controle da vespa-da-madeira.

Dessa forma, é importante monitorar a eficiência do nematoide no campo. Para este fim, uma tabela foi elaborada (Penteado et al., 2016), na qual podem ser selecionados o número de árvores e de toretes por árvore a serem coletados, baseado na definição do coeficiente de variação desejado. Assim, toretes de árvores inoculadas e não-inoculadas com nematoide devem ser coletados anualmente, até o início do mês de outubro, acondicionados em gaiolas, e na época de ocorrência de adultos, deverão ser coletados e conservados em álcool para posterior avaliação. A observação deverá ser feita sob microscópio estereoscópico, com um aumento de 40 vezes. O inseto é colocado em uma placa de Petri, com uma pequena quantidade de água, quando deve ser separado o tórax do abdômen de fêmeas e machos, sendo o tórax descartado e o abdômen inspecionado à procura da presença de nematoides, nos ovários e testículos, respectivamente (Penteado et al., 2015). Quando o inseto está parasitado é facilmente visualizado um grande número de nematoides no interior do corpo do inseto. No Brasil, níveis de parasitismo de 70% têm sido registrados na maioria dos locais onde o nematoide encontra-se estabelecido, e a praga encontra-se sob controle.

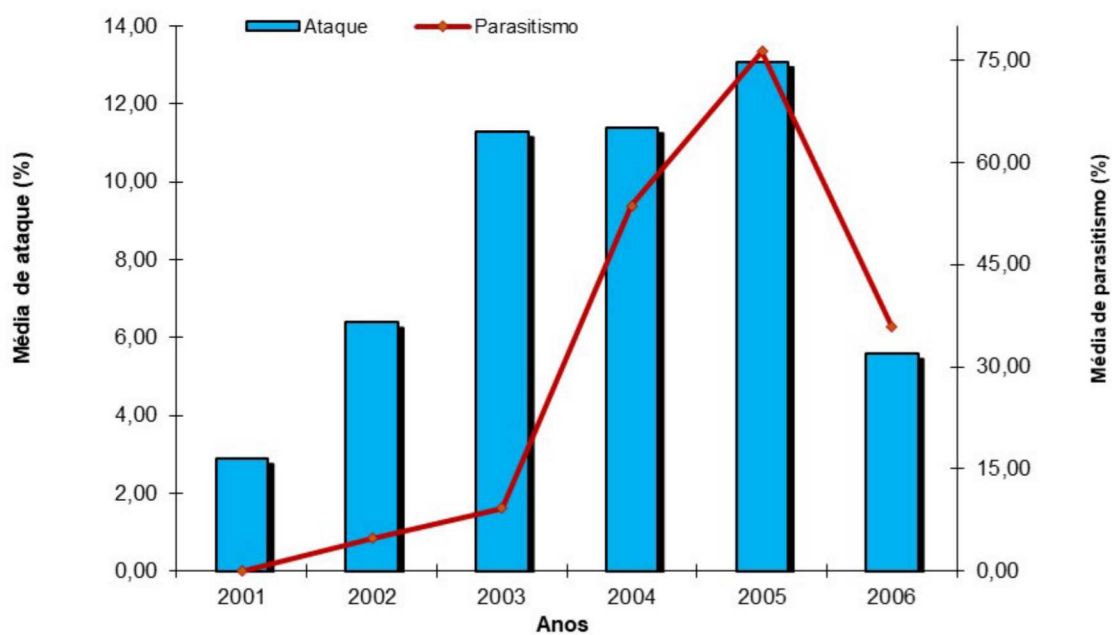


Figura 9. Ataque de *Sirex noctilio* em plantio de *Pinus taeda* e níveis de controle do nematoide *Deladenus siricidicola*, no período de 2001 a 2006. Rio Branco do Ivaí, Paraná.

Entretanto, os resultados obtidos nas avaliações de eficiência devem ser analisados, levando-se em consideração o histórico do ataque e do controle da praga na área que está sendo monitorada. A avaliação de no mínimo 68 insetos

por amostra é recomendada para obtenção de resultados confiáveis (Penteado et al., 2008). Como o nematoide é dependente da densidade de seu hospedeiro, conforme a população da praga aumenta, a do nematoide também aumenta. Por isso, após alguns anos de inoculação, com o estabelecimento do nematoide no plantio, ocorrerá a redução da população da praga e também do inimigo natural. Assim, áreas que estão sendo inoculadas há mais tempo (pelo menos três anos), é esperado uma redução nas porcentagens de parasitismo e também do número de insetos por árvore e de árvores atacadas na área. Esta situação ocorreu em 2006, em um plantio de pinus atacado pela praga, quando, após cinco anos de inoculação, a porcentagem de ataque foi reduzida drasticamente para quase 50%, e as porcentagens de parasitismo também caíram (Figura 9). Assim, com o estabelecimento do nematoide, irá ocorrer a redução do número de insetos que emergem das árvores. Nesses casos, é recomendada a seleção de plantas com bastante respingos de resina para garantir a presença de um número suficiente de insetos que irão emergir e que serão avaliados (Penteado et al., 2016).

Parasitoides da vespa-da-madeira

Após a introdução do nematoide, as metas previstas no PNCVM foram complementadas com a introdução de parasitoides da vespa-da-madeira.

Ibalia leucospoides (Hymenoptera: Ibalidae) é um parasitoide de ovos e larvas de ínstaes iniciais da vespa-da-madeira. Ele é atraído para os orifícios de oviposição do hospedeiro quando o fungo, *A. areolatum*, inicia o seu crescimento (Madden, 1968; Spradbery, 1974). O parasitoide oviposita dentro do ovo ou da larva da vespa. Os primeiros três ínstaes são endoparasíticos, e quando atinge o terceiro, a larva do parasitoide emerge da larva hospedeira e se alimenta externamente. Passa por mais um ínstar, sendo encontrado nas galerias da vespa e, posteriormente, empupa próximo à casca da árvore (Chrystal, 1930). Os adultos de *Ibalia* são pequenos, apresentando um comprimento médio do corpo de 10,4 mm e 13,7 mm, para machos e fêmeas respectivamente.

O registro desse parasitoide ocorreu em dezembro de 1990, em povoamentos de pinus atacados pela vespa-da-madeira, no Município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul (Carvalho, 1993a). Sua introdução ocorreu de forma natural. Posteriormente, o parasitoide foi detectado em Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul e em maio de 1992, no município de Lages, Santa Catarina. Atualmente está presente em todas as áreas onde há a presença de *S. noctilio*.

Os parasitoides larvais, *Megarhyssa nortoni* e *Rhyssa persuasoria* (Hymenoptera: Ichneumonidae), são ectoparasitoides originários da Tasmânia, Austrália, e pelo fato de apresentarem um longo ovipositor, atacam larvas em estágios mais avançados de desenvolvimento (Taylor, 1976). As fêmeas destes parasitoides realizam perfurações na madeira, ao acaso, com o seu ovipositor, até encontrar uma larva da vespa-da-madeira, a qual recebe uma picada e é paralisada. Um ovo é colocado sobre a larva hospedeira. Este pode eclodir em dois dias, com a larva iniciando a sua alimentação sobre o corpo do hospedeiro. O período larval, geralmente, tem duração de três a cinco semanas (Hocking, 1968). A maioria dos indivíduos de cada geração (cerca de 80%) entram em diapausa no estágio larval, quando completamente alimentados, apresentando, dessa forma, um ciclo com duração de dois anos. Aqueles que não entram em diapausa (cerca de 20% da população), empupam imediatamente, apresentando um ciclo com duração de três a quatro meses (Taylor, 1976). As pupas localizam-se próximas à casca e os adultos, para emergirem, mastigam a madeira, abrindo um orifício por onde saem (Nutall, 1980).

As introduções dos parasitoides *M. nortoni* e *R. persuasoria* foram realizadas no Brasil, em uma primeira etapa, entre 1996 e 1998, em um projeto cooperativo da Embrapa Florestas, International Institute of Biological Control (CABI-Bioscience) e o USDA Forest Service (Iede et al., 2012). Entretanto, problemas no envio resultaram em um número muito baixo de insetos que chegaram ao Brasil. Além disso, estes insetos foram mantidos em laboratório, em toretes de pinus contendo larvas da vespa-da-madeira, e a manutenção da criação destes parasitoides em laboratório é um problema já conhecido na Austrália.

As liberações em campo também foram realizadas com um pequeno número de insetos em função do baixo número obtido em laboratório. A primeira liberação de *M. nortoni* ocorreu em 30 de outubro de 1997, no município de Correia Pinto, Santa Catarina. Seis liberações em campo foram realizadas entre os anos de 1998 e 1999. Em uma segunda etapa, no ano de 2003, foi realizada nova introdução da Tasmânia, e em 2005 adultos de *M. nortoni* foram liberados em plantio de pinus no município de Rio Branco do Ivaí, Paraná (Iede et al., 2012).

Problemas ocorreram, tanto no envio destes insetos ao Brasil, como também na manutenção da criação em laboratório e o estabelecimento em campo. Em uma das liberações, a área de pinus sofreu corte raso no ano seguinte à liberação. Entretanto, em outubro de 2015, foi registrada a ocorrência de adultos de *M. nortoni* em plantios de pinus no Estado de Santa Catarina. Os municípios

onde já foram registradas a presença desse parasitoide são: Correia Pinto, São José do Cerrito e Santa Cecília (Mariane Bueno de Camargo, com. pessoal).

Ibalia leucospoides e *M. nortoni* são considerados colonizadores mais rápidos, sendo que *R. nortoni* coloniza mais lentamente (MURPHY, 1998). *Ibalia leucospoides* pode dispersar-se rapidamente a longas distâncias e quando atinge áreas novas, reproduz-se intensamente (Taylor, 1967). *Rhyssa* spp. e provavelmente *Megarhyssa* spp. podem se dispersar por todas as áreas infestadas por *S. noctilio*, principalmente, quando estas estão próximas (Taylor, 1967).

Os rissines foram os responsáveis pela redução da população de *S. noctilio* na Austrália entre os anos 1967 e 1970 (Taylor, 1978). O complexo de parasitoides pode controlar cerca de 40% da população da praga que não foi parasitada pelo nematoide (Taylor, 1981). O nível médio de parasitismo de *I. leucospoides*, em alguns levantamentos feitos no Uruguai, foram de 24% (Rebuffo, 1990).

Na região da Patagônia, Argentina, os parasitoides *I. leucospoides* e *M. nortoni* têm apresentado uma elevada capacidade de estabelecimento (Corley & Bruzzone, 2009). *Ibalia leucospoides* ingressou de modo acidental e tem alcançado níveis de parasitismo de até 40%. *Megarhyssa nortoni*, com introdução mais recente, tem alcançado níveis de parasitismo que oscilam entre 4 e 70% (Villacide & Corley, 2003; 2012).

O índice de parasitismo de *I. leucospoides* no município de São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, foi em torno de 30% (Carvalho, 1993b). Porcentagens de parasitismo de 29,4% e 0% foram encontradas em Encruzilhada do Sul, Rio Grande do Sul e Lages, Santa Catarina, respectivamente (Silva, 1995). Em Lages, a constatação do parasitoide era muito recente. Porcentagens de parasitismo de 18,8% e 3,97% foram registradas, em Encruzilhada do Sul, dois anos, e em Lages, um ano após o registro do parasitoide, respectivamente (Penteado, 1992).

REFERÊNCIAS

- BÉÈCHE, M.; IDE, S. Biological control of *Sirex noctilio* Fabr. (Hymenoptera: Siricidae) in Chile. In: Proceedings of the 4th International Symposium on Biological Control of Arthropods, Pucón, Chile. Peter G. Mason, David R. Gillespie & Charles Vincent Eds. 2013.
- BEDDING, R.A. Parasitic and free-living cycles in entomogenous nematodes of the genus *Deladenus*. Nature, London, v. 214, p. 174-175, 1967.
- BEDDING, R.A. Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae) an entomophagous-mycetophagous nematodes parasitic in siricidae woodwasps. Nematologica, Leiden, v.18 p. 482-493, 1972.

BEDDING, R.A.; AKHURST, R.J. Use of the nematode *Deladenus siricidicola* in the biological control of *Sirex noctilio* in Australia. Journal of Australian Entomological Society, Brisbane, v.13, n. 2, p. 129 -135, 1974.

BEDDING, R.A. Relatório e recomendações sobre o ataque de *Sirex* no Brasil. EMBRAPA-CNPQ, Curitiba. 8 p. 1989.

CAMERON, E.A. The Siricinae (Hymenoptera:Siricidae) and their parasites. Commonwealth Institute of Biological Control Technical Bulletin, Fontana, n. 5, p.1-31, 1965.

CARVALHO, A.G. Bioecologia de *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Siricidae) em povoamentos de *Pinus taeda* L. Curitiba, 1992. 127 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CARVALHO, A. G. Parasitismo de *Ibalia* sp. (Hymenoptera: Ibalidae) em *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Siricidae) em São Francisco de Paula, RS. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 26/27, p. 61-62, 1993a.

CARVALHO, A.G. Aspectos bioecológicos de *Ibalia leucospoides* (Hockenwarth), (Hymenoptera:ibaliidae). In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA/FAO/USDA/FUNCEMA, p. 11 - 120. 1993b.

CORLEY, J.C.; BRUZZONE, O.A. Prolonged diapause and the success of parasitoids in biological control. Biological Control. n. 51, v. 3, p. 471-474. 2009.

COUTTS, M.P. The mechanism of pathogenicity of *Sirex noctilio* on *Pinus radiata*. I. Effects of the symbiotic fungus *Amylostereum* (Thelophoraceae). Austr. J. Biol. Sci. n. 22, p.915- 924. 1969.

CHRYSTAL, R.N. Studies of the *Sirex* parasites: The biology and post-embryonic development of *Ibalia leucospoides* Hochenw. (Hymenoptera:Cynipoidea). Oxford Forestry Memories, Oxford, série B, n.11, p. 1 - 63. 1930.

DURAFLORE. Surceptibilidade de toras de pinheiros tropicais ao ataque da vespa-da-madeira *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA/FAO/USDA/FUNCEMA. p. 97 - 110. 1993.

HAUGEN, D.A.; BEDDING, R.A.; UNDERDOWN, M.G.; NEUMANN, F.G. National strategy for control of *Sirex noctilio* in Australia. Australian Forest Grower, v.13, n.2, 1990. 8p.

HAUGEN, D.A.; UNDERDOWN, M.G. Reduced parasitism of *Sirex noctilio* in radiata pines inoculated with the nematode *Beddingia siricidicola* during 1974 - 1989. Australian Forestry, Melbourne, v. 56, n. 1, p. 45 - 48, 1993.

HILLIS, W.E.; INOUE, T. The formation of polyphenols in trees - IV. The polyphenols formed in *Pinus radiata* after *Sirex* attack. Phytochem, n. 7, p. 13-22. 1968.

HOCKING, H. Studies on the biology of *Rhyssa persuasoria* (L.) (Hymenoptera: Ichneumonidae) incorporating an x-ray technique. Australian Journal of Entomology, n. 7, p. 1 - 5. 1968.

IEDE, E.T.; PENTEADO, S.R.C.; BISOL, J.C. Primeiro registro de ataque de *Sirex noctilio* em *Pinus taeda* no Brasil. Colombo: EMBRAPA - CNPF, 1988, 12p. (EMBRAPA - CNPF, Circular Técnica, 20).

IEDE, E.T.; BEDDING, R.A.; PENTEADO, S.R.C.; MACHADO, D.C. Programa nacional de controle da vespa-da-madeira - PNCVM. Colombo: EMBRAPA - CNPF, 1989. 10p.

IEDE, E.T.; S.R.C. PENTEADO; SCHAITZA, E.G. *Sirex noctilio* problem in Brazil: Detection, evaluation, and control. In: Proceeding of a Conference: Training in the control of *Sirex noctilio* by the use of natural enemies. Iede, E., E. Shaitza, S. Penteado, R. Reardon, and T. Murphy (eds.). US For. USDA Forest Service (FHTET 98-13). p. 45-52. 1998.

IEDE, E.T.; ZANETTI, R. Ocorrência e recomendações para o manejo de *Sirex noctilio* Fabricius (Hymenoptera, Siricidae) em plantios de *Pinus patula* (Pinaceae) em Minas Gerais, Brasil. Revista Brasileira de Entomologia, v. 51, n. 4, p. 529-531. dez. 2007.

IEDE, E.T.; PENTEADO, S.R.C.; REI FILHO, W. The woodwasp *Sirex noctilio* in Brazil: monitoring and control. In: Slippers, B., Groot, P. and Wingfield, M.J. (eds). The *Sirex*

Woodwasp and Its Fungal Symbiont: Research and Management of a Worldwide Invasive Pest, Springer, New York, pp. 217 - 228. 2012.

IRVINE, C.J. Forest and timber insects in Victoria. Victoria's Resources, v. 4, p. 40 - 43, 1962.

KILE, G.A.; TURNBULL, C.R.A. Drying in the sapwood of radiata pine after inoculation with *Amylostereum areolatum* and *Sirex mucus*. Australian Forestry Research, Melbourne, v. 6, n. 4, p. 35 - 40, 1974.

MADDEN. J.L. Behavioral responses of parasites to the symbiotic fungus associated with *Sirex noctilio* F. Nature, London, v. 218, n. 13, p. 189 - 190, 1968.

MADDEN. J.L. Physiological reactions of *Pinus radiata* to attack by the woodwasp, *Sirex noctilio* F. (Hymenoptera: Siricidae). Bulletin of Entomological Research, Wallingford, v. 67, p. 405 - 426, 1977.

MADDEN. J.L. *Sirex* in Australasia. In: BERRYMAN, A. A. Dynamics of forest insect populations. New York: Plenum. p. 407 - 429. 1988.

MENDES, J.C. Manual de controle à vespa-da-madeira. Florianópolis: Associação Catarinense dos Reflorestadores, 1992. 3p.

METODOLOGIAS para monitoramento da vespa-da-madeira visando o planejamento das ações de controle: pinus. Colombo: Embrapa Florestas, 2016. Folder. (TTflorestal: transferência de tecnologia florestal).

MILLER, D.; CLARK, A.F. *Sirex noctilio* and its parasite in New Zealand. Bulletin of Entomological Research, Wallingford, v. 26, p.149 - 154, 1935.

MINKO, G. Chemicals for non-commercial thinning of *Pinus radiata* by basal stem injection. Australian Weeds, Myrtleford, v.1, n.1, p. 5 - 7, 1981.

MORGAN. D.F. Bionomics of Siricidae. Annual Review of Entomology, Palo Alto, v.13, p. 239 - 256, 1968.

NEUMANN. F.G.; MOREY, J.L.; MCKIMM, R.J. The sirex wasp in Victoria. Department of Conservation. Forest and Lands, Victoria, 1987. 41 p. (Bulletin 29).

NUTTAL, M.J. Insect parasites of *Sirex* (Hymenoptera: Ichneumonidae, Ibalidae and Orussidae). Forest and Timber Insects in New Zealand. Forest Research Institute, Rotorua, n. 47, 1980. 11p.

PENTEADO, S.R.C.; IEDE, E.T. Utilização de insetos parasitoides para o controle biológico de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). In: CONFERÊNCIA REGIONAL DA VESPA-DA-MADEIRA, *Sirex noctilio*, NA AMÉRICA DO SUL (1992: Florianópolis). Anais. Colombo: EMBRAPA/FAO/USDA/FUNCEMA, 1993. p.149 - 159.

PENTEADO, S. R. C. Métodos de amostragem para avaliação populacional de *Sirex noctilio* F., 1793 (Hymenoptera: Siricidae) e de seus inimigos naturais, em *Pinus taeda*. 1995. 131p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.

PENTEADO S.R.C.; OLIVEIRA, E.B.; IEDE, E.T. Distribuição da vespa-da-madeira e de seus inimigos naturais ao longo do tronco de pinus. CNPF/Embrapa. Boletim de Pesquisa Florestal, n. 40, p. 23-34. 2000.

PENTEADO, S.R.C.; OLIVEIRA, E.B.; IEDE, E.T. Aplicação da amostragem sequencial para monitoramento dos níveis de ataque de vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) em povoamentos de *Pinus taeda*. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Colombo: Embrapa Florestas, 2002a. 17p.

PENTEADO, S.R.C.; IEDE, E.T.; REIS FILHO, W. Manual para o controle da vespa-da-madeira (*Sirex noctilio*) em plantios de *Pinus* spp. Colombo: Embrapa Florestas. 2002b. 38p. (Série Documentos).

PENTEADO, S.R.C.; IEDE, E.T.; FILHO, W.R. Utilização da amostragem sequencial para avaliar a eficiência do parasitismo de *Deladenus (Beddingia) siricidicola* (Nematoda: Neotyphencidae) em adultos de *Sirex noctilio* (Hymenoptera: Siricidae). Ciência Florestal, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 223-231, 2008.

PENTEADO, S.R.C.; PENTEADO JUNIOR, J.F.; BUHRER, C.B.; POSANSKI, R.G. Custo de

aplicação do inoculo de nematoide, em gelatina e em hidrogel, para o controle da vespa-da-madeira. Comunicado Técnico 341. Colombo – PR. 2014.

PENTEADO, S.R.C.; IEDE, E.T.; FILHO, W.R. Manual para o controle da vespa-da-madeira em plantios de pinus. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 39 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 76).

PENTEADO, S.R.C.; OLIVEIRA, E.B.; IEDE, E.T. Sample size for monitoring sirex populations and their natural enemies. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 36, n. 87, p. 297-301, jul./set. 2016.

PENTEADO, S.R.C.; CAMARGO, M.B.; OLIVEIRA, E.B.; IEDE, E.T. Metodologias para o monitoramento da vespa-da-madeira em plantios de pinus visando ao planejamento das ações de controle. Colombo: Embrapa Florestas, 2017. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 398).

RAWLINGS, G.B. Recent observations on the *Sirex noctilio* population in *Pinus radiata* forests in New Zealand. New Zealand Journal of Forestry, North Wellington, v.5, n. 11, p. 411 - 421, 1948.

RYAN, K.; HURLEY, B. Life history and biology of *Sirex noctilio*. In: Slippers, B.; de Groot, P.; Wingfield, M.J., editors. The *Sirex* woodwasp and its fungal symbiont: research and management of a worldwide invasive pest. New York: Springer, 2012. p. 15–30.

REBUFFO, S. La “avispa de la madera” *Sirex noctilio* F. en el Uruguay. Montevideo: Ministério de Ganaderia, Agricultura y Pesca, Dirección Forestal 1990. 17 p.

REIS FILHO, W. Fatores biológicos e comportamentais de *Ibalia leucospoides* Hochenw (Hymenoptera: Ibalidae) e de seu hospedeiro *Sirex noctilio* Fabricius, 1793 (Hymenoptera: Siricidae), visando a otimização do controle biológico natural. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 1999. 106 p. (Tese em Ciências Biológicas).

SILVA, S.M.S. Avaliação do estabelecimento e eficiência de agentes de controle biológico de *Sirex noctilio* F., 1793 (Hymenoptera: Siricidae), em *Pinus taeda* L., nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 1995. 92p. (Mestrado em Ciências Biológicas).

SPRADBERY, J.P. A comparative study of the phytotoxic effects of siricid woodwasps on conifers. Annual Applied Biology, Camberra, v. 75, p. 309 - 320, 1973.

SPRADBERY, J.P. A The responses of *Ibalia* species (Hymenoptera:Ibalidae) to the fungal symbiontes of siricid woodwasp host. Journal of Entomology, Série A, Oxford, v. 48, n. 2, p. 217 - 222, 1974.

SPRADBERY, J.P.; KIRK, A.A. Aspects of the ecology of siricid woodwasps (Hymenoptera: Siricidae) in Europe, North Africa and Turkey, with special reference to the biological control of *Sirex noctilio* F. in Australia. Bulletin of Entomological Research, Wallingford, v. 68, p. 341 - 359. 1978.

TALBOT, P.H.B. Taxonomy of the fungus associated with *Sirex noctilio*. Australian Journal Bot., n. 12, p. 46 - 52, 1964.

TAYLOR, K.L. The introduction, culture, liberation and recovery of parasites of *Sirex noctilio* in Tasmania. 1962 - 67. Melbourne: CSIRO, 1967. 19 p. (CSIRO, Paper 8).

TAYLOR, K.L. The introduction and establishment of insect parasitoids to control *Sirex noctilio* in Australia. Entomophaga, Paris, v. 21, n. 4, p. 429 - 440, 1976.

TAYLOR, K.L. The *Sirex* woodwasp: ecology and control of an introduced forest insect. In: KITCHING, R.L.; JONES, R.E. The ecology of pests; some australian case histories. Melbourne: CSIRO, 1981, p. 231-248.

URE, J. The natural regeneration of *Pinus radiata* on Kaingaroa Forest. New Zealand Journal of Forestry, v.6, n.1, p.30-38. 1949.

VILLACIDE, J.M.; CORLEY, J. C. 2003. Distribución potencial del parasitoide *Ibalia leucospoides* (Hymenoptera: Ibalidae) en Argentina. Quebracho, Revista de Investigación Forestal, n. 10, p. 7-13. 2003.

VILLACIDE, J.M.; CORLEY, J.C. Ecological knowledge of the woodwasp *Sirex noctilio*: tackling the challenge of successful pest management. International Journal of Pest

Management – Special Issue, n. 58, v. 3, p. 249-256. 2012.

SUTTON, W.R.J. New Zealand experience with radiata pine. The HR Macmillan Lectureship in Forestry, February 23, 1984, Vancouver, B.C. Canada. 21 p.

ZONDAG, R.A. Nematode infection of *Sirex noctilio* F. in New Zealand. New Zea. J. Sci., v. 12, n. 4, p.732-747. 1969.

ZONDAG, R.; NUTTALL, M.J. *Sirex noctilio* Fabricius (Hymenoptera: Siricidae). Forest and Timber Insects in New Zealand. New Zealand Forest Service, Rotorua, n. 20, p. 1 - 7, 1977.

ZONDAG, R. Control of *Sirex noctilio* (F.) with *Deladenus siricidicola* Bedding, Part II. Introduction and establishments in the South Island 1968-1975. New Zealand Journal of Forestry Science, v. 9, n. 1, p. 68-76. 1979.